

(19) KOREAN INTELLECTUAL PROPERTY OFFICE (KR)
(12) PATENT REGISTRATION GAZETTE (B1)

(51) \circ Int. Cl. ⁶

H01L 21/20

(21) Application No. 10-1999-0028609

(65) Laid-Open Publication No.: 2001-0009968

(43) Laid-Open Publication Date: February 5, 2001

(73) Patentee: Yong Il KIM MooHan Co., Ltd.
San 5-1, Chaam-dong, Chunan-si, Choongchungnam-do

(72) Inventor: Yong Il KIM
311-204 Songgang Green Apt., 199, Songgang-dong,
Yoosung-gu, Daejeon
Joong Ho SHIN
312-1403 Songgang Green Apt., 199, Songgang-dong,
Yoosung-gu, Daejeon
Yeo Heung YOON
203-801 Songgang Maeul Apt., 10-3, Songgang-dong,
Yoosung-gu, Daejeon

(74) Patent Attorney(s) Byung Ryung SEO, Joo Young CHO

Examiner : Jong Chan KIM

(54) APPARATUS FOR DEPOSITING THIN FILMS ON WAFERS THROUGH ATOMIC
LAYER EPITAXIAL PROCESS

ABSTRACT

Provided is an apparatus for depositing thin films on wafers through an atomic layer epitaxial process. The apparatus for depositing thin films on wafers prepared in a closed reaction chamber through an atomic layer epitaxial process comprises a susceptor, a gas supply unit, a gas transfer unit, a susceptor driving unit, a vacuum pumping unit, a wafer heating unit and a reaction chamber heating unit. The susceptor includes a plurality of stations for receiving a plurality of wafers whose reactive surfaces are exposed in the reaction chamber, and a wafer ascending and descending unit that moves upward and downward with penetrating the station to receive the wafer. The gas supply unit, which is located on the reaction chamber, sprays a plurality of reactive gases to the reaction surfaces of the wafers positioned in the susceptor. The gas transfer unit transfers the plurality of reactive gases to be alternately sprayed in the gas supply unit while maintaining them to have a predetermined temperature. The susceptor driving unit rotates the susceptor at a predetermined speed, and simultaneously ascends and descends the susceptor towards a reactive location adjacent to the

upper surface of the reaction chamber. The vacuum pumping unit keeps the reactive gases in the reaction chamber at a predetermined pressure, and temporarily exhausts the reactive gases. The wafer heating unit, which is located at the lower portion of the susceptor, heats the reactive surfaces of the wafers at a predetermined temperature condition. The reaction chamber heating unit heats the inner temperature of the reactive chamber at a predetermined temperature, and a plurality of the reaction chamber heating unit are inserted into a housing of the reaction chamber toward its circumference direction at a predetermined interval.

(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)(51) Int. Cl.⁶
H01L 21/20

(45) 공고일자 2002년01월09일

(11) 등록번호 10-0319494

(24) 등록일자 2001년12월19일

(21) 출원번호 10-1999-0028609

(65) 공개번호 특2001-0009968

(22) 출원일자 1999년07월15일

(43) 공개일자 2001년02월05일

(73) 특허권자 주식회사 무한 김용일

(72) 발명자 충청남도 천안시 차암동 산 5-1

김용일

대전광역시유성구송강동199번지송강그린아파트311동204호

신중호

대전광역시유성구송강동199번지송강그린아파트312동1403호

윤여홍

대전광역시유성구송강동10-3송강마을아파트203동801호

(74) 대리인 서병령, 조주영

심사관 : 김중환

(54) 원자층 에피택시 공정을 위한 반도체 박막 증착장치

요약

본 발명은 원자층 에피택시 공정을 위한 반도체 박막 증착장치에 관한 것이다. 본 증착장치는 밀폐된 반응실 내에 마련된 웨이퍼에 원자층 에피택시 공정으로 박막을 증착하는 반도체 박막 증착장치에 있어서, 상기 반응실 내에 위치하여 반응면이 노출되도록 다수개의 웨이퍼를 안착시키는 다수의 스테이션이 마련되어 있으며, 상기 스테이션에 상기 웨이퍼를 안착시키기 위하여 상기 스테이션을 판통하도록 승하강하는 웨이퍼승하강부를 갖는 서셉터와, 상기 반응실의 상부에 마련되며 상기 서셉터에 안착된 웨이퍼의 반응면에게로 복수의 반응기체를 분사하는 기체공급부와, 상기 기체공급부에서 교번적으로 분사되도록 상기 복수의 반응기체를 소정의 온도로 유지하면서 소정의 시간간격으로 미송하는 기체미송부와, 상기 서셉터를 소정의 속도로 회전시키고 동시에 상기 반응실 상부면에 근접된 반응위치로 승하강시키는 서셉터구동부와, 상기 반응실 내의 상기 반응기체를 일정한 압력으로 유지하고, 상기 반응기체를 일시적으로 배출시키는 진공펌핑부와, 상기 서셉터의 하부에 위치하여 상기 웨이퍼의 반응면을 일정한 온도조건으로 가열하는 웨이퍼가열부와, 상기 반응실의 하우징에 원주방향을 향하여 다수개가 일정한 간격으로 삽입되어 있으며, 반응실 내부의 온도를 일정하게 가열하는 반응실 가열부를 포함한다.

도표도

도2

색인어

반도체, 웨이퍼, 박막, 증착, deposition, susceptor, 불활성기체

명세서

도면의 간단한 설명

도1은 일반적인 박막증착장치의 개요도.

도2는 본 발명에 따른 원자층 에피택시 공정을 위한 반도체 박막 증착장치의 구성도.

도3a, 도3b는 서셉터의 사시도와 A-A 단면도.

도4a는 반응실 주위를 나타내는 단면도.

도4b는 도4a의 8부 확대도.

도5는 반응실의 상부 평면도.

도6은 서셉터와 웨이퍼 가열부의 평면도.

도7a는 펌핑부를 나타내기 위한 반응실의 횡단면도.

도7b는 펌핑부를 나타내기 위한 반응실의 종단면도.

도8은 기체미송부를 나타내는 배관도.

도9a, 도9b는 기체공급부의 저면도와 단면도.

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 반도체 소자 제조용 박막 증착장치에 관한 것이다. 보다 구체적으로, 본 발명은 다수의 웨이퍼를 반응실에 투입하여 박막을 증착하는 장치에 있어서, 기체공급부, 웨이퍼가열부, 기체배출부 등의 기구를 새롭게 추가하여 생산성을 증진시킬 수 있는 박막장치를 제공하는 것이다.

반도체 소자 제조공정은 일반적으로 웨이퍼 형성 공정, 에피택시(epitaxy)공정, 박막형성 공정, 확산/이온주입 공정, 사진식각 공정(photolithography), 에칭 공정 등이 순환되면서 진행된다. 모래 등의 규산질 재료로부터 다결정의 잉곳을 거쳐 단결정 웨이퍼를 형성한 후, 원하는 소자를 형성하기 위해 에피택시 공정으로 웨이퍼 위에 단결정 층을 형성하고, 각종 박막을 용도에 맞게 형성하여 확산이나 이온주입 방법을 써서 웨이퍼 위에 소자를 형성하고 절단한 후, 플라스틱 등으로 외관을 밀봉하여 반도체 소자가 완성된다.

반도체 소자 제조공정에서는 매 공정마다 각종 막이 형성된다. 크게 4가지로 분류하면, 게이트 산화막이나 필드 산화막으로 주로 이용되는 산화막(SiO_2), 도전층 간의 절연막이나 확산/이온주입시의 마스크, 소자 보호층으로 주로 이용되는 질화막(Si_3N_4), 금속대신에 게이트 전극으로 많이 이용되는 다결정 실리콘막(poly-Si), 소자 내에서 소자와 소자를 연결 도전체로 이용되거나 외부단자와 연결되는 금속막으로 나눌 수 있다. 물론, 상기 분류방법이 절대적인 것은 아니고, 대표적인 용도에 따라 크게 분류한 것이다.

상기 박막형성 공정 중 산화막 형성과 질화막 형성 시에, CVD(Chemical Vapor Deposition) 방식이 널리 이용되고 있다. CVD란 웨이퍼를 반응실에 넣고 반응가스를 흘리면서 기체를 웨이퍼에 증착 하는 기술로서, 현재 대부분의 박막 증착 공정에 이용되고 있다. 이에선 상압 CVD, 감압 CVD, 플라즈마 CVD, 에너지 증속 CVD등이 있는데, 어느 경우나 불순물이 적어야 되고 박막 두께가 균일해야 하는 특성이 기본적으로 요구된다.

다결정 실리콘 막은 반응로에서 실란(SiH_4)을 열분해하여 Si성분을 웨이퍼 위에 증착 시킨다. 금속막 형성에는 전통적으로 스퍼터링(sputtering)법이 사용되고 있었지만, 최근에는 CVD법도 많이 이용되고 있다. 금속막 증착에 CVD법을 이용하면 스텝 커버리지(step coverage)가 좋고 박막이 균일해 지며, 동시에 다수의 웨이퍼에 금속막을 형성할 수 있는 잇점이 있다.

이렇게 반도체 소자에 있어서 박막 증착 공정은 매우 중요한 공정이다. 더욱이 한번에 끝나는 공정이 아니라, 매 공정이 진행될 때마다 필연적으로 수반되어야 하는 공정이기 때문에 그 중요성은 더욱 크다. 따라서, 양호한 박막특성을 위하여 많은 노력이 이루어져, 현재는 진공상태의 반응실 내에 웨이퍼를 넣고 반응가스를 불어 넣어 기체반응을 시킨 후 웨이퍼에 박막을 증착 시키는 장비가 이용되고 있다.

특히 원자층 에피택시 공정은 공정속도의 저하 등에 의하여 반도체 소자 제조공정에서 응용되기 어려운 단점이 있으나 낮은 불순물 농도 및 우수한 박막을 형성할 수 있는 장점이 있기 때문에, 이를 반도체 소자 제조에 응용하기 위한 개발이 진행되고 있다. 일례를 들어, 도1에서 보는 바와 같이 원자층 에피택시 공정에 응용하기 위한 박막증착 장비는 기체를 이송하는 기체이송 수단(1)과 웨이퍼(2)가 놓이는 서셉터(3, susceptor)가 진공 챔버(4) 내에 투입되어 이송된 기체에 의하여 원자층 에피택시 공정을 진행하고 있다. 이는 이송된 웨이퍼를 하나씩 진행하는 것으로 이송된 웨이퍼의 원자층 에피택시 공정이 끝나면 웨이퍼가 반응되고 다시 새로운 웨이퍼를 이송하여 원자층 에피택시 공정을 진행한다.

그러나, 이 경우 처리속도가 늦기 때문에 단위 시간당 웨이퍼 수율이 낮은 단점이 있다.

예를 들어, 이마하쉬(Imahashi:US 5,338,362)는 원통형 진공챔버(Cylindrical vacuum chamber)(1)와, 복수개로 구획된 스테이션(wafer station)(31-36)과, 다수개의 웨이퍼를 지지하는 테이블(서셉터)(a table[susceptor] supporting a plurality of wafers)(4)와, 진공펌프(vacuum pump)(5)와, 상기 테이블을 회전시키는 샤프트 및 모터(6)와, 상기 테이블을 상하로 승강시키는 리프터(7)와, 상기 진공챔버에게 반응기체를 주입시키는 입구를 갖는 기체공급관(10,12)과, 상기 웨이퍼를 가열하기 위한 히터(42)를 가지고 있으며,

홀더(Holder: US 5,281,274)는 진공챔버(12)와, 웨이퍼를 안착시키는 복수개의 서셉터(26, 28, 30, 32)와, 다수개의 웨이퍼를 지지하는 받침대(서셉터)(16)와, 진공펌프조립체(50,56)와, 상기 받침대를 회전시키기 위한 샤프트 및 모터(18,22)와, 반응기체공급관(76, 84, 68)과, 상기 공급관과 연결된 테일관(tailpipe)(44)과, 상기 테일관에 형성되어 상기 진공챔버내로 반응기체를 주입시키기 위한 입구들(46)과, 상기 웨이퍼를 가열하기 위한 히터(36)를 가지고 있으며,

오카세(Okase: US 6,111,225)는 공정챔버(2)와, 상측기체공급관(28)과, 웨이퍼홀더(14)와, 상기 웨이퍼홀더에 부착된 claw지지대 조립체와, 상기 웨이퍼홀더에 연결된 지지샤프트(15)와, 상기 웨이퍼홀더를 회전시키기 위한 모터(22)와, 기판(substrate)을 가열하는 히터(16)와, 히터에 반응기체를 분사(directing)하기 위한 분할성기체관(18)과, 주변의 히터링(50)을 가지고 있다.

그런데, 상기와 같은 종래의 기술들과 국내실용신안공보제 84-2182호(1984.10.23)와 국내공개특허공보제98-17586호(1998.6.5공개)와 국내공개특허공보제90-10915호(1990.7.11공개)등은 테이블의 스테이션에 웨이퍼를 안착하기 위한 것과, 반응기체의 공급과, 웨이퍼에만 가열하는 것으로 인하여 반응기체가 웨이퍼에 증착하기 위한 충분한 온도조건이 이루어지지않고, 웨이퍼의 표면에 균일하게 박막을 증착하기 어렵고, 특히 박막의 두께를 조절하면서 신속한 공정을 수행할 수 없는 문제점을 가지고 있다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

이에 본 발명자들은 원자층 에피택시 공정용으로서 다수의 웨이퍼를 처리할 수 있는 반응실과, 반응성 기체의 이송수단 및 웨이퍼의 회전운동 그리고 웨이퍼를 적절한 온도로 유지하기 위한 원자층 에피택시 공정을 이용한 다수의 웨이퍼 박막 증착 장치에 관한 것을 개발하였다.

본 발명은 상기와 같은 문제점을 해결하기 위해 안출한 것으로 원자층에피택시 공정을 이용하여 반도체 웨이퍼의 수율을 증대 시키며 우수한 반도체 박막을 형성하는데 있어서, 다수의 반도체 웨이퍼의 박막 증착 공정을 자동으로 진행하며, 가스역류 분사 장치를 구비하여 반응실 수명을 연장시키고, 공급가스를 서로 교대적으로 공급하기 때문에 막질을 적절히 제어할 수 있으며, 가스 공급부에 세정기능을 부가하고 웨이퍼 가열부를 두 곳에서 독립적으로 온도제어 하며, 반응실의 상부와 측면에 히터를 설치하여 반응조건을 최적화할 수 있는 구성으로써 효율적으로 반도체웨이퍼 박막공정을 진행할 수 있는 반도체웨이퍼 박막 증착 장치를 제공하는데 그 목적이 있다.

발명의 구성 및 작용

상기 목적은, 본 발명에 따라, 밀폐된 반응실 내에 마련된 웨이퍼에 원자층 에피택시 공정으로 박막을 증착하는 반도체 박막 증착장치에 있어서, 상기 반응실 내에 위치하며 반응면이 노출되도록 다수개의 웨이퍼를 안착시키는 다수의 스테이션이 마련되어 있으며, 상기 스테이션에 상기 웨이퍼를 안착시키기 위하여 상기 스테이션을 관통하도록 승하강하는 웨이퍼승하강부를 갖는 서셉터와, 상기 반응실의 상부에 마련되어 상기 서셉터에 안착된 웨이퍼의 반응면에게로 복수의 반응기체를 분사하는 기체공급부와, 상기 기체공급부에서 교번적으로 분사되도록 상기 복수의 반응기체를 소정의 온도로 유지하면서 소정의 시간간격으로 이송하는 기체이송부와, 상기 서셉터를 소정의 속도로 회전시키고 동시에 상기 반응실 상부면에 근접된 반응위치로 승하강시키는 서셉터구동부와, 상기 반응실 내의 상기 반응기체를 일정한 압력으로 유지하고, 상기 반응기체를 일시적으로 배출시키는 진공펌프부와, 상기 서셉터의 하방에 위치하여 상기 웨이퍼의 반응면을 일정한 온도조건으로 가열하는 웨이퍼가열부와, 상기 반응실의 하우징에 원주방향을 향하여 다수개가 일정한 간격으로 삽입되어 있으며, 반응실 내부의 온도를 일정하게 가열하는 반응실 가열부를 포함하는 것을 특징으로 하는 원자층 에피택시 공정을 위한 반도체 박막 증착장치에 의해 달성된다.

여기서, 상기 웨이퍼승하강부는, 최상부에 평평하게 형성되어 있는 리프트 플레이트와, 상기 리프트 플레이트의 방사방향 일측에 소정의 원주각만큼 이격되어 상기 웨이퍼와 접촉되는 다수개의 웨이퍼 승강용 핀과, 상기 리프트 플레이트와 결합되어 승하강을 구동하는 승하강구동부를 포함하는 것이 바람직하다.

또한, 상기 기체이송부는 제1반응기체가 액상의 상태로 저장되어 있는 제1반응원 저장고, 제1반응원 저장고에 불활성기체를 유입시키는 제1유입관, 제1반응원 저장고에 유입된 불활성기체에 의해 기화된 제1반응기체를 유출하는 제1유출관, 제1유입관으로부터 제1유출관에 직접 연결된 제1분기관 및 제2반응기체가 액상의 상태로 저장되어 있는 제2반응원 저장고, 제2반응원 저장고에 불활성기체를 유입시키는 제2유입관, 제2반응원 저장고에 유입된 불활성기체에 의해 기화된 제2반응기체를 유출하는 제2유출관, 제2유입관으로부터 제2유출관에 직접 연결된 제2분기관을 포함하는 것이 바람직하다.

상기, 제1유출관과 제2유출관은 각각 반응실과 연결되는 관과 펌프쪽으로 연결되는 관으로 분기되어 있으며, 상기 관내를 소정의 온도로 가열하기 위한 가열수단이 연결되어 있는 것이 바람직하다.

또한, 상기 제1유입관과 상기 제1반응원 저장고 사이, 제1유출구와 반응실 사이, 상기 제2유입관과 제2반응원 저장고 사이, 제2유출구와 반응실 사이에 기체의 역류를 방지하는 체크밸브와 공기압에 의해 작동하는 공압 밸브가 연결되어 있고, 상기 제1유출관과 펌프 사이, 제2유출관과 펌프 사이에 유압을 조절하는 오리피스가 연결되는 것이 바람직하다.

그리고, 상기 제1유입관과 제2유입관의 유입구 및 상기 제1유출구와 제2유출구의 유출구에는 상기 반응기체를 이송시키는 캐리어관이 연결되어 있는 것이 바람직하다.

상기 제1유출구 또는 제2유출구로 반응기체가 분사되는 시점을 서로 교번적으로 제어하여, 어느 한 시점에서 볼 때에 반응실 내로는 어느 한 반응기체만 분사 되는 것이 바람직하다.

상기 제1유출구 또는 제2유출구로 반응기체가 유출되지 않는 시점에는 상기 제1분기관 또는 제2분기관을 통해 불활성 기체를 통과시켜 상기 제1유출구 또는 제2유출구를 세정하는 것이 바람직하다.

한편, 상기 웨이퍼가열부는, 각각 독립적으로 제어되어 상기 서셉터의 원주방향을 따라 서로 다른 반경을 갖는 다수개의 할로겐램프와, 상기 할로겐램프 히터가 설치된 공간의 인접영역에 마련되어 상기 히터의 표면이 오염되는 것을 방지하기 위하여 불활성기체를 간헐적으로 분사하는 불활성기체분사부를 포함하는 것이 바람직하다.

이하, 도면을 참조하여 구체적인 실시예를 통해 본 발명의 구성과 작용을 설명한다.

본 박막장착장치는 도2에 도시된 바와 같이, 원자층 에피택시 공정을 위한 다수의 웨이퍼 박막을 증착하는 장치로써, 웨이퍼 이송수단(미도시)으로부터 이송된 다수의 웨이퍼가 반응면이 노출되도록 놓이는 다수의 스테이션으로 구성되는 서셉터(100)와, 서셉터에 웨이퍼를 이송하기 위하여 로봇암(미도시)으로부터 이송된 웨이퍼를 상하로 이송하기 위한 웨이퍼승하강부(200)와, 서셉터에 이송된 다수의 웨이퍼를 일정한 속도로 회전시키고 반응실의 천장면을 향한 반응위치와 비반응위치로 상기 서셉터를 승하강시키는 서셉터구동부(300)와, 상기 반응면과 반응실이 반응기체의 온도조절로 조성되도록 일정한 온도로 가열하는 가열부(400)와, 상기 반응실내의 반응기체를 일정한 압력으로 제어하고 반응후의 웨이퍼 이송 전의 낮은 진공상태로 유지하기 위한 진공 펌프부(600)와, 상기 반응면을 향하여 상기 반응기체를 공급하기 위한 기체제공부(500, 701)로 구성된다. 상기 기체제공부(500, 701)는 상기 반응실의 상부면에 하방을 향하여 설치되어 상기 서셉터(100)의 웨이퍼에게로 상기 반응기체를 분사하는 기체공급부(701)와, 상기 기체공급부(701)에게 반응기체를 이송하기 위한 기체이송부(500)를 갖는다.

위의 구성중, 웨이퍼 미송수단은 도시 되어 있지 않다. 이는 반응실 외부에 위치하여 웨이퍼 미송 로봇에 의하여 웨이퍼를 하나씩 집어서 반응실내로 투입하는 장치로서, 본 발명에서는 반응실의 측면으로 수평 공급하는 방식을 취하고 있다. 이는 일반적인 반도체 장비에 널리 쓰이는 구성요소로서 용이하게 설계하여 적용할 수 있는 주지의 기술이다.

도2는 또한, 웨이퍼 미송수단에 의하여 반응실(11)로 미송된 웨이퍼(13)를 서셉터(100)에 올려놓기 위한 구성을 보여주고 있다. 미송된 웨이퍼(13)가 반응실(11)에 투입되면 슬린더 등의 기구에 의해 구성된 웨이퍼송하강부(200)에서 웨이퍼를 받기 위하여 미송부의 리프트 플레이트(202)에 삽입된 3개의 웨이퍼 송강용 핀(도6의 201 참조)이 리프트 플레이트와 함께 위로 올라오면서 로봇 암 위의 웨이퍼를 들어 올리고 이 3개의 핀(201) 위에 웨이퍼가 올려지면 로봇 암이 전공 챔버에서 빠져 나간다. 다시 리프트 플레이트가 하강하여 서셉터 위에 웨이퍼를 올려 놓고 서셉터가 회전 할 수 있도록 연속적으로 서셉터 아래로 리프트 플레이트가 하강하여 다음 웨이퍼를 받을 준비를 한다. 여기서, 상기 리프트 플레이트(202)의 송하강은 그 플레이트의 배면에 결합되어 높이 방향으로 송하강을 구동하는 송하강구동부(203)에 의해서 이루어진다. 서셉터(100)가 90도 회전하여 다음 웨이퍼 놓일 위치에서 정지하고 위의 방법을 반복하여 4장의 웨이퍼를 서셉터 위에 올려놓게 된다.

서셉터는 금속 또는 SiC등의 세라믹으로 제작되는 것이 용이하며 소자 제조에 응용되는 물질에 따라 금속 또는 세라믹을 선택할 수 있다. 서셉터(100)는 도3a, 도3b에서 보는 바와 같이 원형으로 구성되어 네 장의 웨이퍼(13)를 올려놓을 수 있게 되어 있으며, 최소한 6 인치 이상의 웨이퍼를 올려놓을 수 있도록 구성되어 있다. 각 부분은 네 개의 웨이퍼 스테이션(101)을 갖는데, 이 스테이션(101)은 웨이퍼의 에지(edge) 부분이 걸려 유동을 방지하는 단차가 형성되어 있다(도3b 참조). 웨이퍼가 놓여야 할 각 스테이션(101)의 위치는, 모터 등에 의해 구성된 회전 운동부(300)에 의해 이동된다.

서셉터구동부(300)는 웨이퍼를 서셉터(100)의 회전된 스테이션(101)에 놓기 위해 서셉터(100)를 일정주기로 인덱스 회전시키는 기능, 공정 중 필요에 따라 단순 회전시키는 기능, 웨이퍼를 반응실 상부로 상승시키는 기능을 한다.

도3b를 참조하면, 각 스테이션(101)의 에지에는 웨이퍼(13)의 직경보다 약 3 ~ 5mm 정도 작은 직경이 되도록 단차(102)가 형성되어, 웨이퍼(13)가 정 위치에 놓일 수 있도록 되어 있다. 단차(102)의 높이는 웨이퍼의 두께와 같게 형성되어 웨이퍼가 서셉터에 올려진 상태에서 평면적으로 서셉터가 웨이퍼보다 높게 돌출되지 않도록 한다. 이는 웨이퍼 위에 반응기체가 원활하게 흐르면서 박막을 균일하게 증착하기 위한 것이다.

각 스테이션(101)에 안착된 웨이퍼(13)는 박막증착 공정을 위하여 기체 미송부(500)로부터 공급되는 반응기체와 근접하도록 회전 운동부(300)에 의해 상승한다. 이에 대한 개략적인 개념을 도3c에 나타내었다. 도3b의 "14"는 반응실의 상면을 나타내는 것으로 이 반응실 상면(14)과의 간격이 약 2 mm - 5 mm가 되도록 웨이퍼(13)가 상승한다. 이 공간으로 반응기체가 지나가면서 웨이퍼 표면에 박막을 증착하는 것이다. 이에 대한 구체적인 설명은 도4b를 참조하여 나중에 설명하기로 한다.

웨이퍼(13)와 반응실 상면(14) 사이의 간격은 회전 운동부(300)의 상하운동을 이용하여 조절될 수 있다. 앞에서 설명한 것과 같이 회전 운동부(300)는 회전운동과 상하운동을 함께하는 구조를 갖는다.

도4a는 박막증착을 위한 반응실(700)을 보여주고 있고, 도4b는 도4a의 8부분 단면도이다. 반응실(700)은 다수의 웨이퍼를 올려놓는 서셉터(100), 반응기체를 반응실에 분사하는 기체 공급부(701), 상기 서셉터(100)의 하방에 위치하여 서셉터위에 미송된 웨이퍼를 일정한 온도로 가열하기 위한 웨이퍼 가열부(702)와, 상기 반응실의 가장자리에 위치하여 반응실 내부의 온도를 일정하게 가열하는 반응실가열부(705)와, 서셉터(100)에 웨이퍼를 올려놓거나 회전운동 및 송강운동을 하는 서셉터 구동부(300)로 구성된다. 여기서, 상기 웨이퍼가열부(702)는 할로겐램프 히터이다. 상기 웨이퍼가열부(702)의 인접한 위치에는 반응기체에 의한 할로겐램프 오염을 방지하기 위한 불활성기체 분사부(703)가 설치되어 있다. 반응실의 가장자리에는 반응기체를 외부로 방출하기 위한 펌핑홀(601)이 형성되어 있다.

상기 반응실 가열부(705)는 반응실의 벽면(측면)과 상부를 일정한 온도로 가열하기 위한 제 1반응실 히터(705a) 및 제 2반응실 히터(705b)와, 위에서, 반응기체의 용도에 따라 반응실의 온도를 섭씨 300도까지 가열하기 위한 반응실 히팅부(705a, 705b)는 반응실(700)의 상부와 측부에 카트리지가식 히터를 삽입하여 구성된다. 반응실(700)의 재질로는 용도에 따라 열전도가 우수한 알루미늄 또는 부식성 기체에 용이한 스텐레스 스틸을 사용한다.

할로겐램프 히터(702)는 웨이퍼(13)를 공정조건에 맞게 가열하기 위한 것으로서 자세한 내용은 도6을 참조하여 나중에 설명하기로 한다. 할로겐램프 히터(702)의 하부에는 점시모양의 반사판(707)을 설치하여 열전달 효율을 높이고 있다. 기체공급부(701)는 도9a, 9b와 같은 노즐로서, 반응실 내에 기체를 균일하게 분사하기 위하여 다수의 분사구가 형성되어 있다.

불활성기체 분사부(703)는, 상기 기체공급부(701)를 통해 반응실(700) 내로 분사된 반응기체가 할로겐램프 히터(702) 표면에 접촉하여 램프표면을 오염시키는 것을 방지하기 위하여 불활성기체를 역방향으로 분사하여 할로겐램프 히터(702) 부위로 반응기체가 유입되지 못하도록 하기 위해 설치한 것이다. 할로겐램프 히터(702)는 빛에 의한 복사열을 내는 히터이기 때문에 그 표면이 오염되면 열효율이 크게 떨어지기 때문에 설치한 것이다.

펌핑홀(601)에 대해서는 도7a, 7b를 통하여 나중에 자세히 설명하기로 한다.

도4b는 도4a의 8부분을 확대한 것으로서, 반응실의 천장면(700)과 0.5~1mm 간격으로 실드(706)가 부착된 것을 나타낸다. 이 실드(706) 아래로는 2~5mm 간격으로 웨이퍼(13)가 접근하여 이 사이 공간으로 반응기체가 흐르면서 웨이퍼에 박막을 증착한다. 실드(706)는 반응기체에 의해 반응실 천장면이 반응하는 것을 방지하기 위하여 설치하는 것이다.

그러나, 실드(706)와 반응실 천장면(700)의 사이 공간에 반응기체가 유입될 수 있기 때문에 반응실 천장면에 반응기체에 의한 예기치 못한 박막이 형성될 소지가 있다. 그래서 본 발명에서는 실드(706)와 반응

삼 천장면 사이에 별도의 불활성 기체를 분사하여 그 사이에 반응기체가 유입되지 못하도록 하고 있다. 이러한 기능을 하는 분사구는 도5의 "708" 이다. 도5를 보면, 두 종류의 반응기체가 공급되는 배관(709a, 709b) 이외에 별도의 불활성기체 공급관(708)이 있음을 알 수 있다. 이 불활성기체 공급관(708)을 통해 불활성기체를 반응실 천장면(700)과 실드(705) 사이에 불어넣음으로써 이 부위에 반응기체가 유입되어 반응실 천장면에 불필요한 도금막을 형성하는 것을 방지할 수 있다.

도5는 반응실(700)의 상부에 삽입되어 반응실 내의 온도를 균일하게 유지하기 위한 제2반응실히터(705b)를 보여 주고 있다. 제2반응실히터는 반응실 상부에 방사상으로 삽입되는 카트리지 히터이다. 제1반응실히터(705a)에 대해서는 따로 도시하지는 않았지만, 도4a에서 충분히 알 수 있는 것과 같이 반응실의 측면의 원주면을 따라 세로로 다수 삽입되는 카트리지 히터로 구성된다. 상기 제1, 제2반응실히터(705a, 705b)에 의해 반응실(700) 내의 온도가 반응에 적절한 온도로 유지될 수 있다.

도6은 서셉터(100) 위의 웨이퍼를 가열하기 위한 할로겐램프 히터를 나타내는 평면도로서, 서셉터(100)의 하부에 동심원상으로 할로겐램프가 설치된 모습을 각 스테이션을 통하여 볼 수 있다. 할로겐램프는 두 영역(702a, 702b)으로 분리되어 각각 별도로 온도제어 된다. 이는 서셉터에 올려진 다수의 웨이퍼에 균일한 온도를 전달하기 위한 것으로, 반응실이 넓기 때문에 단일 영역 히터로는 웨이퍼의 모든 부위를 균일하게 가열할 수 없기 때문에 웨이퍼를 양분하여 두 영역의 온도를 따로 제어하여 균일하게 웨이퍼를 가열하기 위한 구조이다.

도7a, 7b는 웨이퍼 박막 공정에 사용된 기체를 외부로 배출하기 위한 펌핑부(600)의 평면도와 측단면도이다. 반응기체가 지나가는 반응실 상부의 내부 가장자리에 다수의 1차펌핑홀(601)이 형성되어 웨이퍼 표면을 지나면서 박막증착에 관여한 기체가 반응실의 가장자리에서 1차펌핑홀(601)을 통해 일차로 배출된다. 이렇게, 1차펌핑홀(601)을 다수 형성하는 이유는 서셉터에 놓여진 다수의 웨이퍼별로 균일하게 반응기체가 배출되도록 하기 위한 것이다.

상기 1차펌핑홀(601)을 통해 일차로 배출된 기체는 반응실의 하부에 있는 4개의 2차펌핑홀(602)에 집속되어 이차 배출된다. 2차펌핑홀(602)을 통해 이차 배출된 기체는 다시 반응실 외부의 진공펌프(미도시)에 의해 하나의 주펌핑홀(603)을 통해 외부로 배출된다.

본 발명에서의 배기 메커니즘을 정리하면, 먼저 반응실 내의 기체가 다수의 1차펌핑홀(601)을 통해 균일한 속도로 일차 배출되고, 4개의 2차펌핑홀(602)을 통해 이차 배출된 후, 1개의 주펌핑홀(603)을 통해 진공펌프에 의해 외부로 배기된다. 이렇게 함으로써, 반응실 내의 반응기체를 일정한 압력으로 제어하고, 웨이퍼가 공급되기 전의 낮은 진공상태로 반응실 내부조건을 유지할 수 있다.

상기 구조에서 1차펌핑홀(601)과 2차펌핑홀(602)의 개수는 임의적이다. 그 개수는 기체가 균일하게 배기되도록 충분히 다수로 형성될 것이 바람직하며, 상호 대칭적으로 형성되는 것이 바람직하다.

도8은 반응실 내에 반응기체를 공급하는 기체이송부(500)를 나타내는 배관도이다. 도8에 도시된 배관도는 크게, 제1유입관(510)과 제2유입관(510')이 있다. 제1유입관(510)과 제2유입관(510')에는 각각 액상의 제1, 제2반응원(504, 504')이 각 저장고에 담겨 있고, N₂나 Ar 등의 불활성 기체가 유량제어기(mass flow controller; 501, 501')와 기체역류를 방지하는 체크밸브(502, 502')와 기체흐름을 단속하는 공압밸브(503, 503')를 통해 제1, 제2반응원(504, 504')이 담긴 저장고에 유입된다.

불활성 기체는 상기 제1, 제2유입관(510, 510') 뿐 아니라, 직접 반응실로 연결된 캐리어관(520)을 통해서도 반응실에 공급된다. 제1, 제2 반응원(504, 504') 저장고에 유입되는 불활성 기체는 저장고 내부에 기포를 발생시켜서 이에 의해 발생한 기체가 제1, 제2유출관(511, 511')을 통해 반응실로 공급되도록 하는 역할을 하고, 캐리어관(520)을 흐르는 불활성 기체는 반응실로 반응기체가 공급되기 직전에 반응기체와 혼합되어 반응기체가 반응실로 공급되도록 하는 캐리어(carrier) 역할을 한다. 이것은 마치 저주파 음성신호를 고주파 캐리어신호에 실어 송신하는 무선송신기와 같은 작용이다.

한편, 제1유입관(510)에서 불활성 기체는 제1반응원(504)의 저장고로 유입되기 전에 제1분기관(512)에서 분기되어 제1유출관(511)에서 합류한 후 반응실로 공급되든지 펌프로 배기되든지 한다. 또한, 제2유입관(510')에서 불활성 기체는 제2반응원(504')의 저장고로 유입되기 전에 제2분기관(512')에서 분기되어 제2유출관(511')에서 합류한 후 반응실로 공급되든지 펌프로 배기되든지 한다. 펌프로 배기하는 경우에는 각 저장고에서 유출된 각각의 반응기체의 압력을 제어하기 위한 것이다.

본 발명에 따르면, 제1반응원(504)과 제2반응원(504')이 반응실에 교대로 공급되도록 프로그램에 의해서 자동으로 제어한다. 따라서, 제1유출관(511)에 제1반응기체가 흐를 때에는 제2유입관(510')과 제2유출관(511')에는 각각 불활성기체와 제2반응기체가 흐르지 않도록 각 밸브를 제어한다.

제1유입관(510)에서 분기된 제1분기관(512)과 제2유입관(510')에서 분기된 제2분기관(512')의 역할은, 제1유출관(511) 또는 제2유출관(511')에 반응기체가 흐르지 않을 때에 불활성기체를 이 제1, 제2분기관(512, 512')을 통해 흘림으로써 반응실로 통하는 제1유출관(511)과 제2유출관(511')의 내부를 세정(purge)하기 위한 것이다.

위와 같이 각 배관에 불활성기체 또는 반응기체가 자동으로 선택적으로 흐르도록 하는 것은 체크밸브(502)와 공압밸브(503)를 적절히 조작하여 이루어 질 수 있다. 이는 정해진 프로그램에 의한 순차 제어를 하는 것으로 본 발명의 기본목적을 수행하는 것이며, 이는 제어공학 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 용이하게 설계할 수 있다.

그 밖에, 도8을 보면 펌프로 유입되는 반응기체나 불활성기체의 압력 및 유속을 일정하게 하기 위하여 펌프 이송되는 배관에는 오리피스(505)를 설치하여 유속을 제어하도록 한다. 또, 도8에서 점선에 의해 싸인 부분은 반응실 내부에 들어가는 기체의 온도를 예열하기 위하여 약 섭씨 150도 정도로 가열하기 위한 배관가열부(530)를 나타낸다.

위와 같은 배관시스템을 통해 반응실로 유입된 기체는 도9a, 9b에 도시된 기체공급부(701)에 의해 서셉터 위에 올려진 웨이퍼에 일정하게 분사된다.

발명의 효과

이상에서와 같이, 본 발명에 따르면 다수의 반도체 웨이퍼의 박막 증착 공정을 자동으로 진행할 수 있으며, 가스역류 분사 장치를 구비하여 반응실 수명을 연장시키고, 공급가스를 서로 교대적으로 공급하기 때문에 막질을 적절히 제어할 수 있으며, 가스 공급부에 세정기능을 추가하여 수명을 연장시켰고, 웨이퍼 가열부를 두 곳에서 독립적으로 온도제어 할 수 있기 때문에 웨이퍼의 가열온도가 균일해지고, 반응실의 상부와 측면에 히터를 설치하여 반응조건을 최적화할 수 있기 때문에, 효율적으로 반도체웨이퍼 박막공정을 진행할 수 있다.

(57) 청구의 범위

청구항 1

밀폐된 반응실 내에 마련된 웨이퍼에 원자층 에피택시 공정으로 박막을 증착하는 반도체 박막 증착장치에 있어서,

상기 반응실 내에 위치하며 반응면이 노출되도록 다수개의 웨이퍼를 안착시키는 다수의 스테이션이 마련되어 있으며, 상기 스테이션에 상기 웨이퍼를 안착시키기 위하여 상기 스테이션을 관통하도록 승하강하는 웨이퍼승하강부를 갖는 서셉터와;

상기 반응실의 상부에 마련되며 상기 서셉터에 안착된 웨이퍼의 반응면에게로 복수의 반응기체를 분사하는 기체공급부와;

상기 기체공급부에서 교번적으로 분사되도록 상기 복수의 반응기체를 소정의 온도로 유지하면서 소정의 시간간격으로 미송하는 기체미송부와;

상기 서셉터를 소정의 속도로 회전시킴과 동시에 상기 반응실 상부면에 근접된 반응위치로 승하강시키는 서셉터구동부와;

상기 반응실 내의 상기 반응기체를 일정한 압력으로 유지하고, 상기 반응기체를 일시적으로 배출시키는 진공펌핑부와;

상기 서셉터의 하방에 위치하며 상기 웨이퍼의 반응면을 일정한 온도조건으로 가열하는 웨이퍼가열부와;

상기 반응실의 하우징에 원주방향을 향하여 다수개가 일정한 간격으로 삽입되어 있으며, 반응실 내부의 온도를 일정하게 가열하는 반응실 가열부를 포함하는 것을 특징으로 하는 원자층 에피택시 공정을 위한 반도체 박막 증착장치.

청구항 16

제1항에 있어서,

상기 웨이퍼승하강부는,

최상부에 평평하게 형성되어 있는 리프트 플레이트와;

상기 리프트 플레이트의 방사방향 일측에 소정의 원주각만큼 이격되어 상기 웨이퍼와 접촉되는 다수개의 웨이퍼 승강용 핀과;

상기 리프트 플레이트와 결합되어 승하강을 구동하는 승하강구동부를 포함하는 것을 특징으로 하는 원자층 에피택시 공정을 위한 반도체 박막 증착장치.

청구항 19

제1항에 있어서,

상기 기체미송부는 제1반응기체가 액상의 상태로 저장되어 있는 제1반응원 저장고, 제1반응원 저장고에 불활성기체를 유입시키는 제1유입관, 제1반응원 저장고에 유입된 불활성기체에 의해 기화된 제1반응기체를 유출하는 제1유출관, 제1유입관으로부터 제1유출관에 직접 연결된 제1분기관 및

제2반응기체가 액상의 상태로 저장되어 있는 제2반응원 저장고, 제2반응원 저장고에 불활성기체를 유입시키는 제2유입관, 제2반응원 저장고에 유입된 불활성기체에 의해 기화된 제2반응기체를 유출하는 제2유출관, 제2유입관으로부터 제2유출관에 직접 연결된 제2분기관을 포함하는 것을 특징으로 하는 원자층 에피택시 공정을 위한 반도체 박막 증착장치.

청구항 20

제19항에 있어서, 제1유출관과 제2유출관은 각각 반응실과 연결되는 관과 펌프쪽으로 연결되는 관으로 분기되어 있으며;

상기 관내를 소정의 온도로 가열하기 위한 가열수단이 연결되어 있는 것을 특징으로 하는 원자층 에피택시 공정을 위한 반도체 박막 증착장치.

청구항 22

제19항에 있어서,

상기 제1유입관과 상기 제1반응원 저장고 사이, 제1유출구와 반응실 사이, 상기 제2유입관과 제2반응원 저장고 사이, 제2유출구와 반응실 사이에 기체의 역류를 방지하는 체크밸브와 공기압에 의해 작동하는 공압 밸브가 연결되어 있고,

상기 제1유출관과 펌프 사이, 제2유출관과 펌프 사이에 유압을 조절하는 오리피스가 연결되는 것을 특징으로 하는 원자층 에피택시 공정을 위한 반도체 박막 증착장치.

청구항 23

제 19항에 있어서,

상기 제1유출관과 제2유출관의 유입구 및 상기 제1유출구와 제2유출구의 유출구에는 상기 반응기체를 이송시키는 캐리어관이 연결되어 있는 것을 특징으로 하는 원자층 에피택시 공정을 위한 반도체 박막 증착장치.

청구항 24

제23항에 있어서,

상기 제1유출구 또는 제2유출구로 반응기체가 분사되는 시점을 서로 교번적으로 제어하여, 어느 한 시점에서 둘 중에 반응실 내로는 어느 한 반응기체만 분사되는 것을 특징으로 하는 에피택시 공정을 위한 반도체 박막 증착장치.

청구항 25

제23항에 있어서,

상기 제1유출구 또는 제2유출구로 반응기체가 유출되지 않는 시점에는 상기 제1분기관 또는 제2분기관을 통해 불활성 기체를 통과시켜 상기 제1유출구 또는 제2유출구를 세정하는 것을 특징으로 하는 원자층 에피택시 공정을 위한 반도체 박막 증착장치.

청구항 26

제 1항에 있어서,

상기 웨이퍼가열부는,

각각 독립적으로 제어되어 상기 서셉터의 원주방향을 따라 서로 다른 반경을 갖는 다수개의 할로겐램프와;

상기 할로겐램프 히터가 설치된 공간의 인접영역에 마련되어 상기 히터의 표면이 오염되는 것을 방지하기 위하여 불활성기체를 간헐적으로 분사하는 불활성기체분사부를 포함하는 것을 특징으로 하는 원자층 에피택시 공정을 위한 반도체 박막 증착장치.

도면

도면1

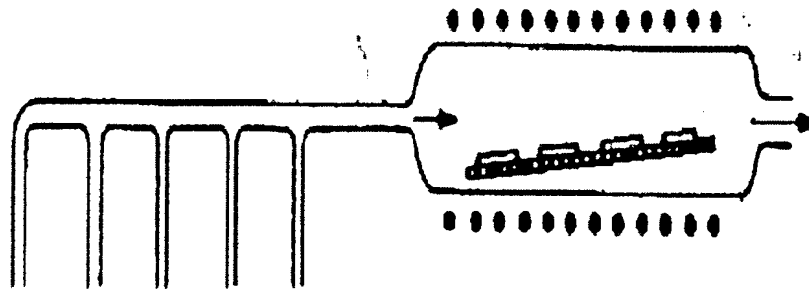


Fig 2

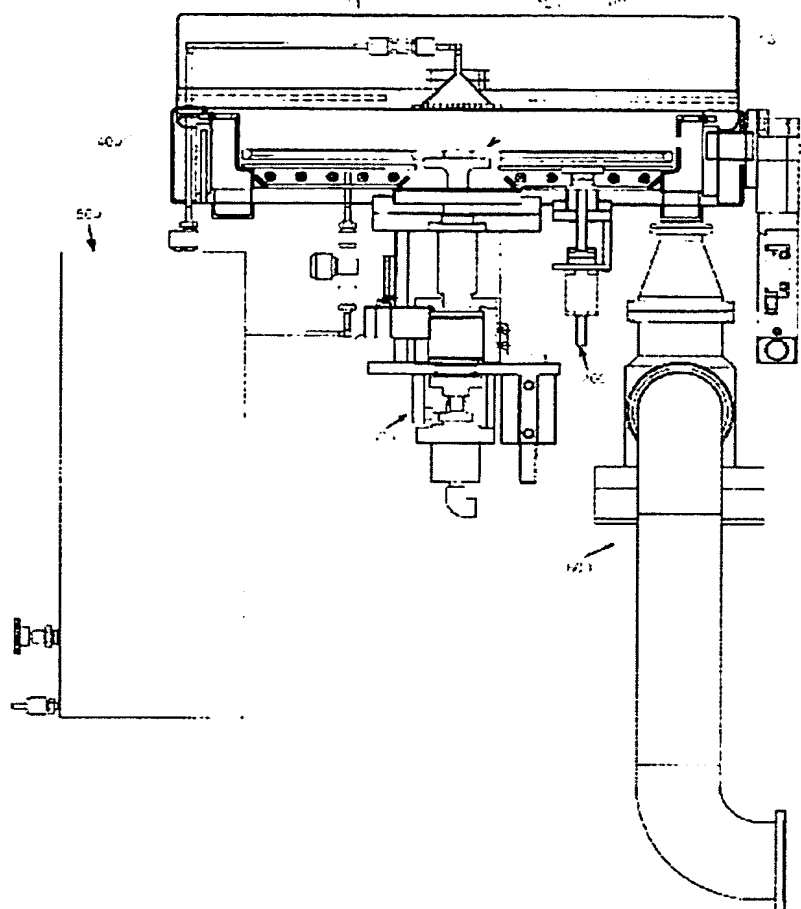
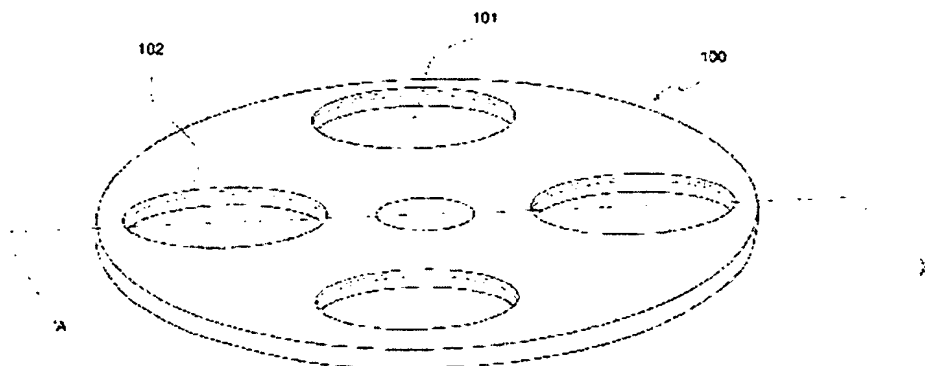
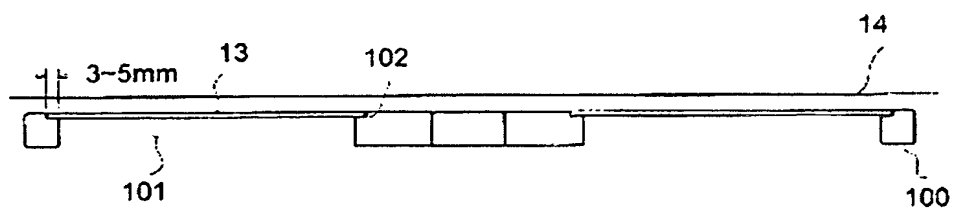


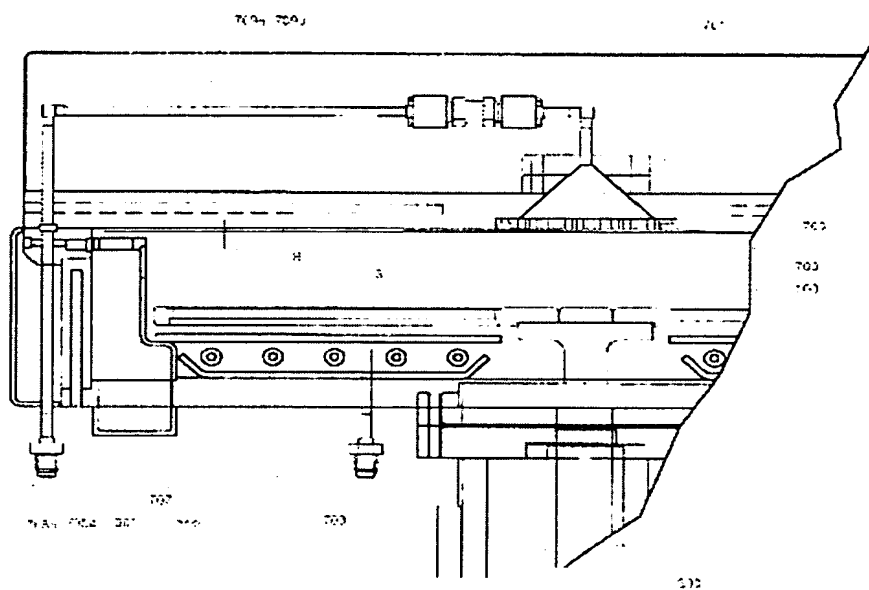
Fig 3



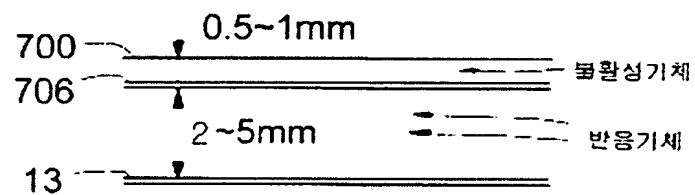
도면3



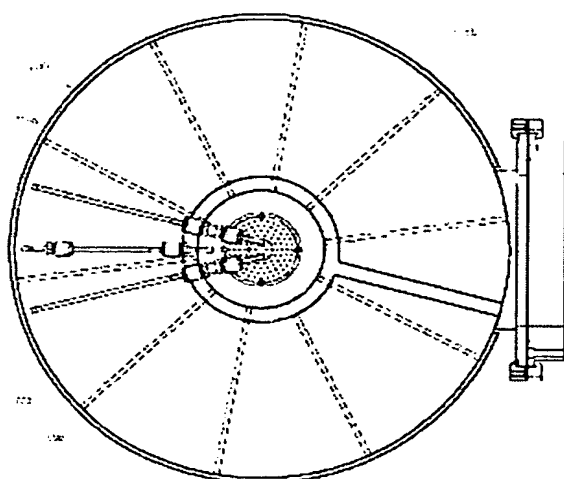
도면4



도면5



505



508

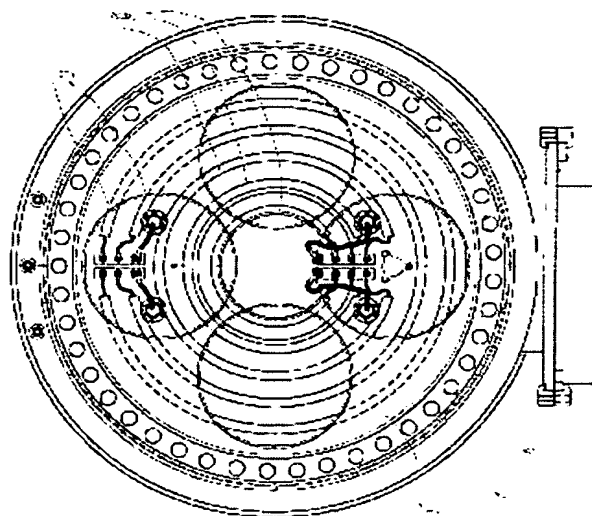


FIG. 7a

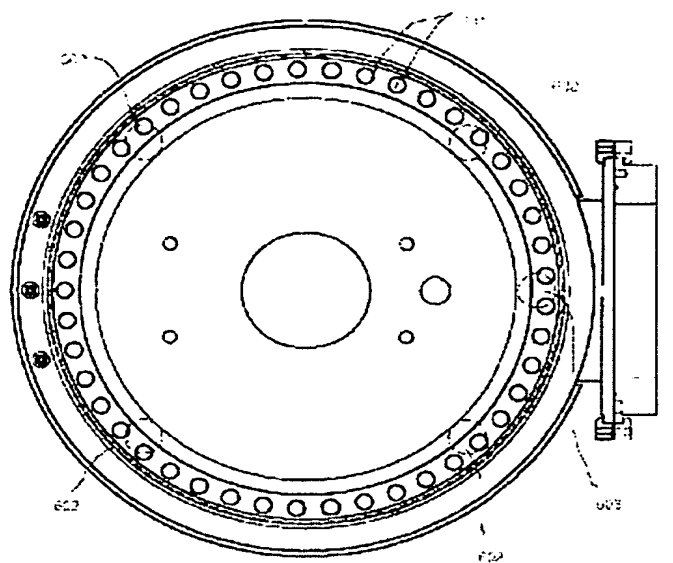


FIG. 7b

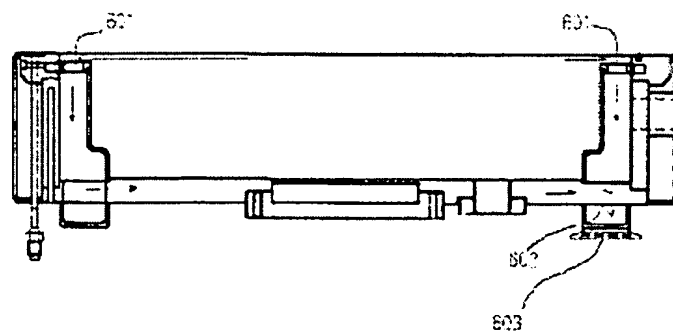


FIG. 5

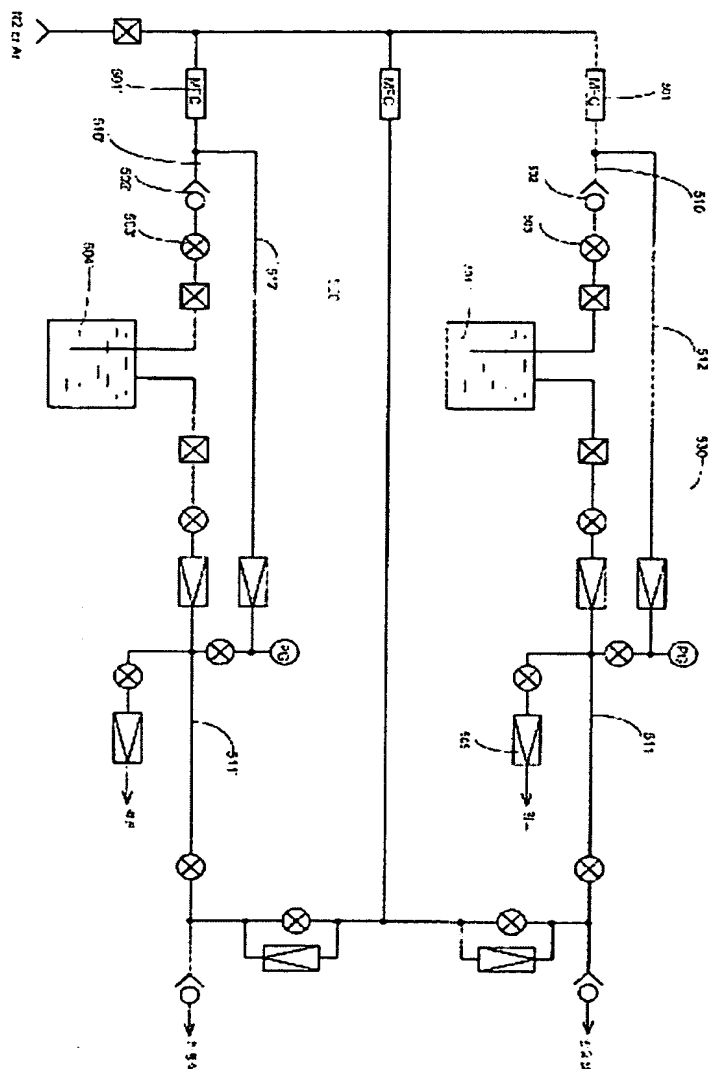
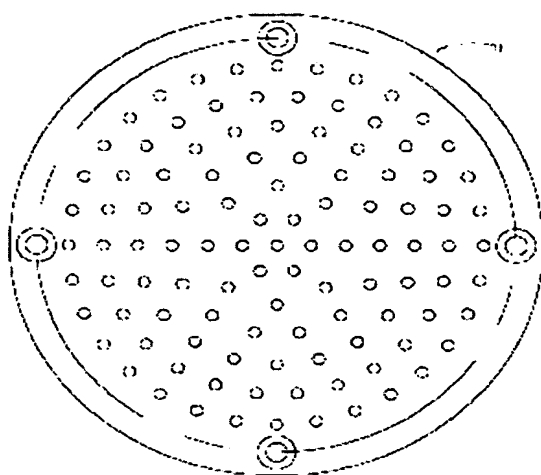


FIG. 6



5019

